

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-021880

(43)Date of publication of application : 29.01.1988

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 61-167079

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.07.1986

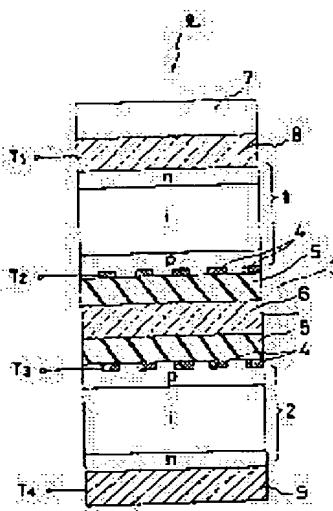
(72)Inventor : NAKAJIMA YUKIO
WATANABE KANEKO

(54) PHOTOVOLTAIC DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the photoelectric conversion efficiency of a rear stage side unit generating element and to improve a general efficiency of a photovoltaic device by applying a carrier collected to a collecting electrode and a reverse polarity voltage to a transparent conductive layer, accelerating the carrier by an electric field by its voltage to enhance the collecting efficiency.

CONSTITUTION: When a negative voltage is applied to a transparent conductive layer 6, an electric field for accelerating the holes of unit generating elements 1, 2 toward a collecting electrode 4 is formed. Accordingly, the holes of electrons and holes generated as pairs in an I-type layer by the incident light are accelerated, and efficiently collected to the electrodes 4.... on the other hand, the electrons are arrived at an n-type layer. Accordingly, a voltage proportional to an incident light amount is generated among output terminals T1, T2, T3, T4 connected to the electrodes 4.... and a transparent conductive layer 8 or back surface electrode 9. Thus, since a doped layer P of the side near the electrode 4 can be reduced in thickness, the decrease in the light transmission amount is reduced, the light supply amount to the unit generating element of rear stage is increased that much, thereby improving the general photoelectric conversion efficiency.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-21880

⑫ Int.Cl.
H 01 L 31/04

識別記号 厅内整理番号
V-6851-5F

⑬ 公開 昭和63年(1988)1月29日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④発明の名称 光起電力装置

⑤特 願 昭61-167079
 ⑥出 願 昭61(1986)7月15日

⑦発明者 中嶋 行雄 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ⑧発明者 渡邊 金雄 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内
 ⑨出願人 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地
 ⑩代理人 弁理士 中島 司朗

明 細 著

1. 発明の名称

光起電力装置

2. 特許請求の範囲

- (1) 単位発電素子を複数個積層した光起電力装置であって、隣合う単位発電素子が互いに逆極性になる向きに配されると共に、両素子の間に、表面に集電極が配された一対の透明絶縁層で透明導電層を挟んだ構造の光透過性積層体が介挿されていることを特徴とする光起電力装置。
- (2) 前記透明導電層には単位発電素子で発生したキャリアのうち集電極で収集するものの極性と逆極性の電圧が印加されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の光起電力装置。
- (3) 複数個の単位発電素子の少なくとも一つはアモルファス半導体を主体とするものであることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項若しくは第(2)項のいずれかに記載の光起電力装置。
- (4) 複数個の単位発電素子の少なくとも一つはpin接合を有することを特徴とする特許請求の範囲第

(1) 項乃至第(4)項のいずれかに記載の光起電力装置。

(5) 集電極はくし形構造に形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項乃至第(4)項のいずれかに記載の光起電力装置。

(6) 透明導電層に印加される電圧は、同一基板上に設けた異なる単位発電素子の発する電圧を用いることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項乃至第(5)項のいずれかに記載の光起電力装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は複数個の単位発電素子を積層した光起電力装置に関する。

従来の技術

pin, pn-, n+ 等の半導体接合を有する単位発電素子を2重、3重或いはそれ以上の多重に積層した構造の光起電力装置は、例えば特開昭55-125680号公報等において既に知られている。この様な構造の光起電力装置は、光入射側から見て前段の単位発電素子に於いて発電に寄与することなく透過した光を、後段の単位発電素子に於いて吸収す

ることができトータル的な光電変換効率を上昇することができる。また各単位発電素子の光活性層の光学禁止帯幅(E_{opt})を調整すれば各単位発電素子に於ける光ピーク波長をシフトすることができ、より一層の光電変換効率の上昇が図れる。

この場合、各単位発電素子を電気的に直列の状態で接合すると、全体の発電電流が、一番発電能力の低い単位発電素子の発電電流で規制されるし、単位発電素子と単位発電素子との間にはさまれる、発電電流とは逆方向のpin接合における損失があるなど、デバイス設計上問題がある。そこで、従来は、第4図に示すように単位発電素子41、42間に透明絶縁層43によって電気的に絶縁し、各単位発電素子41、42毎に独立して発電電流が取り出せる構造とすることによって、上記した課題の解決を図っている。第4図中、44はガラス基板、45、46、47は透明電極層、48は裏面金属である。第5図は第4図の光起電力装置のエネルギー準位図である。

発明が解決しようとする問題点

う単位発電素子が互いに逆極性になる向きに配されると共に、両素子の間に、表面に集電極が配された一对の透明絶縁層で透明導電層を挟んだ構造の光透過性積層体が介挿されていることを特徴としている。

作用

透明導電層に、単位発電素子の中で生成されたキャリヤのうち集電極で収集されるキャリヤとは逆極性の電圧を印加すると、その印加電圧によって前記キャリヤを加速する方向の電界ができる。この電界は集電極に近いドープ層(p層又はn層)のボテンシャルを高めるのと同じ作用を果たすので、集電極に近いドープ層を薄くしても単位発電素子が光電池としての機能を損なうことがない。そして、集電極に近い側のドープ層を薄くできることから、光透過量の低下が少くなり、その後段の単位発電素子への光供給量を増大することができ、総合的な光電変換効率の向上が図れる。

実施例

第1図は本発明の一実施例として、2つの単位

ところで、第4図に示す従来装置においては、各単位発電素子におけるドープ層(p層、n層)特に透明絶縁層43に近い側のドープ層(図中、41a、42a)の厚みが薄いと、エネルギー準位図A、Bで示す部分のボテンシャルが小さくなり電池として機能しなくなるので、ドープ層41a、42aは膜厚を厚くせねばならない。

しかしながら、このドープ層の膜厚が厚いとそれだけ光通過量が減ぜられるので後段の単位発電素子の光量が落ち、総合的な光電変換効率の低下を招くという問題がある。

本発明はこのような問題点に鑑み、複数の単位発電素子を電気的に独立した状態で積層したものにおいて単位発電素子のドープ層の膜厚を薄くでき、透光量を大きく減光することなく後段の単位発電素子に供給し得るという優れた光起電力装置を提供することを目的としている。

問題点を解決するための手段

上記目的を達成するため本発明は、単位発電素子を複数個積層した光起電力装置であって、隣合

発電素子1、2を積層した光起電力装置を示している。単位発電素子1、2は例えばpn接合の間にi層を設けたいわゆるpin型構造のものを用い、それを光透過性積層体3を介してp層同士が向き合う方向に配している。

光透過性積層体3は、表面に集電極4…を配した一对の透明絶縁層5、5で透明導電層6を挟んだ構造をしている。集電極4…は単位発電素子1、2中で生成されるキャリヤのうち正孔を収集するもので、例えばITO、SnO₂等の透光性導電酸化物によってくし型状に形成される。キャリヤの収集効率だけを考慮すれば、集電極4…としてはくし形電極よりも全面電極の方が望ましいが、全面電極にすると透明導電層6に印加する電圧による電界が単位発電素子に作用しなくなるという不都合を生じるので、くし形に形成される。また、集電極4…としては上記透光性材料の他に金属であれば使用可能であるが、その場合は後段への光透過を考慮して100Å以下の薄膜で形成する必要がある。透明絶縁層5、5は例えばSiO₂、SiC、Si₃N₄等の絶

様材料を用いて1000 Å以下の厚みで形成される。透明導電層6は集電極4…と同じ透光性導電酸化物で、1000 Å以下の厚みに形成される。図中、7は透明なガラス基板、8は透明電極、9は裏面金属である。

上記構成によれば、透明導電層6に集電極4…で収集するキャリヤと逆極性の電圧を印加する。図示例の場合、正孔が集電極4…に収集されるので、透明導電層6に負の電圧、例えば50 Vを印加する。すると、その電圧によって単位発電素子1、2の正孔を集電極の方向へ加速する電界が形成されるので、光の入射より、1層内に生成した電子・正孔のうち正孔が前記電界によって加速され、効率よく集電極4…に捕集される。一方、電子はn層に達する。従って、集電極4…と透明導電層8若しくは裏面電極9に接続された出力端子T₁、T₂、T₃、T₄間に入射光量に比例した電圧を生じる。

ここで、透明導電層に印加する電圧は電位だけを利用するものであるから、実効的なエネルギー

損失にならない。従って、透明導電層6への電圧印加方法として外部電源を用いなくても、例えば本実施例の光起電力装置と同一基板上に別途に単位発電素子を設け、その素子の発電電圧を用いるようにすることもできる。

第2図に、上記光起電力装置のエネルギー単位図を示す。透明導電層6に電圧を印加すると、それの作る電界によって、図中C、Dで示す部分のポテンシャルが大きくなり、そのため、集電極4…に近い側のドープ層（図示例ではp層）の膜厚を薄くしても必要なポテンシャルを確保できる。理論上は上記ドープ層をなくすこともできる。通常該ドープ層は0~100 Åの範囲で設定できる。因みに従来の光起電力装置であれば、200~300 Åの厚みが必要である。

また、透明導電層6の印加電圧によって作られる電界によりキャリヤ（正孔）が加速されるため、移動中におけるキャリヤの再結合も減少でき、従って、本実施例の光起電力装置は光劣化に関して有利である。

第1表に、第4図に示した従来構造と第1図に示した本実施例の構造との特性の比較を示す。このデータは、透明導電層6に-50 Vの電圧を印加し、AM-1 100 mW/cm²の光照射した場合のものである。

表から、本実施例のものは開放電圧に関して従来例とほとんど変わりないので、I_{sc}、特に後段側単位発電素子のI_{sc}が大きく、従って後段側の変換効率が著しく向上していることがわかる。このような変換効率の向上は、透明導電層6の印加電圧による電界の作用によって集電極4…に近い側のドープ層を薄く形成することができたことに起因していることは勿論である。

上記構成の光起電力装置は次の如くして製造される。即ち、ガラス基板7上に熱CVD法、スペック法或いは電子ビーム蒸着法等で透明導電層8を形成した後、前段側のpin型単位発電素子1をアモルファスシリコンを主材とした材料を用い、公知のグロー放電法、光CVD法等で形成する。次いで、くし形マスクを用いて透光性導電酸化物

第1表

	従来例 (第4図)				実施例 (第1図)			
出力	第1の発電 素子の出力	第2の発電 素子の出力	第1の発電 素子の出力	第2の発電 素子の出力	I _{sc} (mA/cm ²)	開放電圧 V _{oc} (V)	曲線因子 F _f	変換効率 (%)
	1.1	0.8	3.0	0.6	4.0	0.77	0.62	5.84
	1.0	0.8	3.0	0.6	1.1	0.85	0.64	7.15
						1.5	0.64	9.38
						0.80	0.65	3.12

をくし形に形成或いは Al, Mg 等の金属を蒸着することによって集電極 4 … を形成し、その上にグロー放電法、光 CVD 法等で透明絶縁層 5 を形成し、更に同様の手法で透明導電層 6、透明絶縁層 5、集電極 4 … の順に形成する。そして、その上に後段側の単位発電素子 2 を、アモルファシリコン或いはアモルファシリコンゲルマニュウムを主材とした材料で形成し、最後に Al 等の金属を表面全面に、蒸着することによって裏面金属 9 を形成する。

もっとも、光起電力装置の製造方法としては、上記方法以外に、例えばガラス基板 7 上に透明導電層 8 が単位発電素子 1、集電極 4 ~ 透明絶縁層 5 までを形成し、一方金属基板 9 上に後段側単位発電素子 2、集電極 4 ~ 透明絶縁層 5 を形成し、この两者を透明絶縁層 5, 5 が向き合った状態で透光性導電ペースト (6) を用いて接着するという方法によるものもある。

尚、上記実施例では 2 つの単位発電素子 1, 2 は p 層同士が向き合うように配しているが、n 層

同士が向き合うように配することもできる。その場合、透明導電層への印加電圧は上記実施例とは逆極性になる。

上記実施例では 2 つの単位発電素子 1, 2 を積層しているが、3 個以上の単位発電素子を積層したものにも本発明を適用できることは勿論である。第 3 図は単位発電素子 3 個を積層した場合の構成を示す。図中、10 は最終段の単位発電素子、T₁, T₂ はその素子の出力を取り出すため出力端子である。

また、上記いずれの実施例においても、pin 構造の単位発電素子は複数の単位発電素子のうち一個でもよいし、或いは全ての単位発電素子が p-n-p 構造のものであってもかまわない。

発明の効果

以上説明したように本発明によれば、光透過性積層体の仲居の透明導電層に集電極に収集されるキャリヤと逆極性の電圧を印加し、その電圧による電界によって前記キャリヤを加速し収集効率をたかめたので、発電機能を落すことなく集電極

に近い側のドープ層の膜厚を薄く若しくは零にでき、その結果、後段側の単位発電素子に十分な光量を供給でき、後段側単位発電素子の光電変換効率を高め、装置全体の総合効率の向上が図れるといった効果がある。

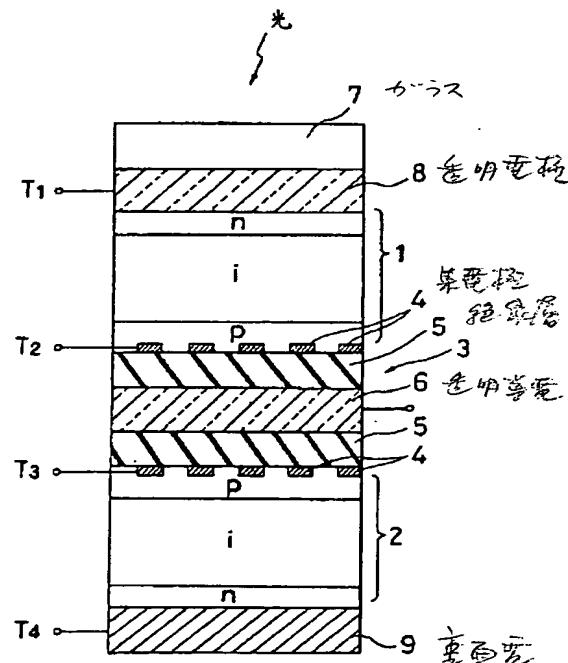
加えて、透明導電層の印加電圧による電界によって単位発電素子中のキャリヤを加速するので、キャリヤの再結合が減少し、光劣化を防止するといった効果もある。

4. 図面の詳細な説明

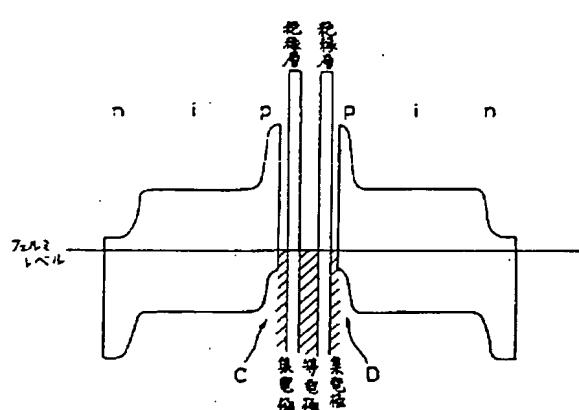
第 1 図は本発明の一実施例としての光起電力装置を示す構造図、第 2 図は第 1 図の装置のエネルギー単位図、第 3 図は本発明の他の一実施例を示す光起電力装置の構造図、第 4 図は従来の光起電力装置を示す構造図、第 5 図は第 4 図の装置のエネルギー単位図である。

- 1, 2 … 単位発電素子、3 … 光透過性積層体
- 4 … 集電極、5 … 透明絶縁層、6 … 透明導電層。

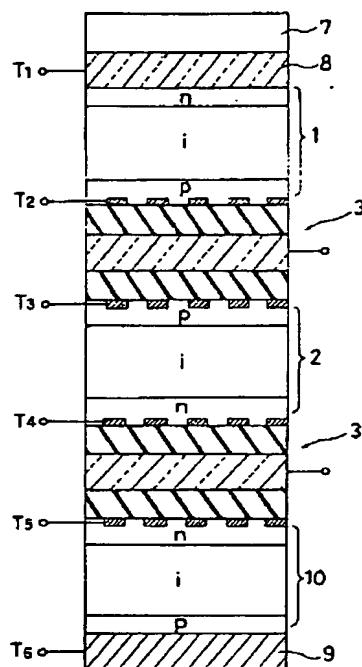
第 1 図



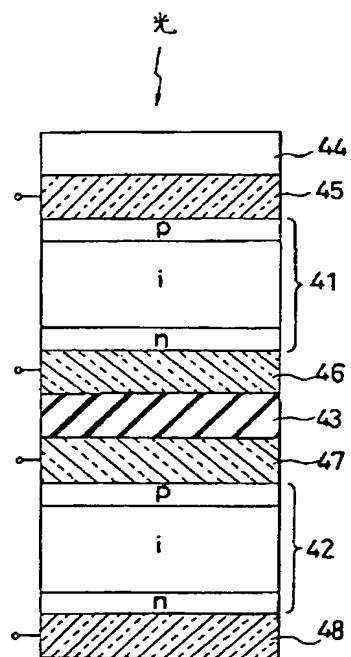
第 2 図



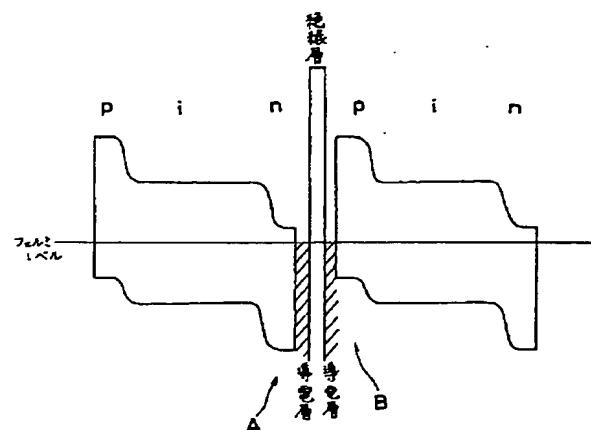
第3回



第4図



第 5 図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成5年(1993)10月8日

【公開番号】特開昭63-21880

【公開日】昭和63年(1988)1月29日

【年通号数】公開特許公報63-219

【出願番号】特願昭61-167079

【国際特許分類第5版】

H01L 31/04

[F I]

H01L 31/04

W 7376-4M

手続補正書(自発)

平成4年9月16日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和61年特許願第167079号

2. 発明の名称

光起電力装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 守口市京阪本通2丁目18番地

名称 (188)三洋電機株式会社

代表者 非植 敏



連絡先:電話(東京)5803-3562 知的財産センター駐在

4. 補正の対象

- ① 明細書の「発明の詳細な説明」の欄。
- ② 図面。

5. 補正の内容

- ① 明細書第3頁第10行目に「pin接合」とあるのを「pn接合」と補正する。
- ② 図面の第4図を別紙のとおり補正する。

以上

第4図

